

# ANALISIS HIDROLOGI UNTUK MENDAPATKAN DEBIT PUNCAK SUNGAI BENGKULU DENGAN MENGGUNAKAN HIDROGRAFSATUAN SINTETIK NAKAYASU

(Studi Kasus DAS Sungai Bengkulu)

Khairul Amri<sup>1)</sup>, Besperi<sup>2)</sup>, Chandra Aji Negara<sup>3)</sup>,

<sup>1, 2)</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fak. Teknik Universitas Bengkulu

<sup>3)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fak. Teknik Universitas Bengkulu

## Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan debit puncak akibat intensitas curah hujan pada DAS Bengkulu dalam menganalisis hidrologi dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik HSS Nakayasu. Berdasarkan hasil perhitungan distribusi frekuensi terhadap 3 metode curah hujan yaitu metode distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III dan Log Normal maka metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana adalah Metode Gumbel Tipe I dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun yaitu 90,350 mm, 201,556 mm, 275,173 mm, 368,217 mm, 437,233 mm dan 505,738 mm. Dari hasil analisis hidrologi diperoleh debit puncak pada DAS Bengkulu untuk periode ulang 100 tahun dengan metode HSS Nakayasu 7197,99 yaitu  $\text{m}^3/\text{detik}$  dengan waktu puncak sebesar 6 jam.

**Kata kunci :** Curah Hujan, periode Ulang, Hidrograf Satuan Sintetik, Debit Puncak.

## Abstract

*The purpose of this research was to obtain the peak discharge due to the intensity of rainfall in the Watershed of Bengkulu in analyzing the hydrology using Synthetic Unit Hydrograph (SUH) Gamma I Method, SUH Nakayasu Method. Based on the result of the frequency distribution calculation of the three rainfall methods which are Distribution of Gumbel Type I Method, Log Pearson Type III Method and Log Normal Method, then the method used for rainfall design calculation is Distribution of Gumbel Type I method with return periods of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years are 90,350 mm, 201,566 mm, 275,173 mm, 368,217 mm, 437,233 mm and 505,738 mm. From the result of hydrology analysis, the peak discharge in Watershed of Bengkulu for a return period of 100 years by using SUH Nakayasu Method is 7197,99  $\text{m}^3/\text{second}$  with the peak time 6 hours.*

**Keywords :** Rainfall, Return Period, Synthetic Unit Hydrograph, Peak Discharge.

## PENDAHULUAN

Kota Bengkulu terletak di bagian Utara Propinsi Bengkulu dengan koordinat geografis dari 5°40'2'' Lintang Selatan sampai 100°40'104'' Bujur Timur. Kota ini berada di kawasan pesisir Pantai Barat Sumatera yang memiliki 8 Kecamatan terletak di Pesisir atau Tepi Laut. Daerah Kota Bengkulu terdapat sebuah sungai yang berhulu pada sisi barat bukit barisan dan mengalir ke Samudra Indonesia.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami.

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu sumberdaya alam berupa unit manajemen yang berfungsi sebagai penghasil barang dan jasa yang bermanfaat bagi kehidupan.

Daerah Sungai Bengkulu merupakan salah satu DAS yang dimiliki oleh Provinsi Bengkulu yang berada di wilayah teritorial Kota Bengkulu. Aliran sungai Bengkulu ini mengalir melewati 3 kecamatan dan 7 kelurahan di sepanjang aliran sungai.

Kawasan DAS Air Bengkulu mengairi sawah sekitar 650 Ha. Berada pada kelurahan pasar Bengkulu, Semarang, Surabaya dan Tanjung Jaya. Selama ini sawah pada kawasan DAS Air Bengkulu sering mengalami banjir yang di akibatkan oleh meluapnya sungai Bengkulu kurang berfungsinya bangunan air yang terdapat pada aliran sungai Bengkulu merupakan faktor yang mendukung banjir itu terjadi.

Jadi, perlu adanya penelitian tentang berapa debit sungai air Bengkulu menggunakan hidrografsatuan sintetik dalam beberapa periode tahunan sebagai masukan untuk perencanaan bangunan distribusi di DAS Air Bengkulu.

Debit puncak penting untuk diketahui dalam kerangka pengendalian banjir dan perancangan bangunan pengendali debit banjir (Rahim dalam Budiawan, 2012). Asdak (2014) mengatakan debit puncak dapat dikatakan sebagai debit kritis yang menyebabkan banjir Debit puncak terjadi ketika seluruh aliran permukaan yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai titik outlet. Pendugaan debit puncak dengan metode hidograf digunakan untuk mengetahui debit puncak pada suatu DAS. Adapun model hidograf yang digunakan pada penelitian ini adalah model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Siklus Hidrologi

Siklus hidrologia adalah proses yang diawali oleh evaporasi/penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus terproses, sehingga terjadi salju dan atau hujan yang jatuh kepermukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagian air *run off* dan sebagian infiltrasi /meresap kedalam lapisan tanah. Air *run off* mengalir di permukaan tanah kemudian kepermukaan air di sungai, danau, dan laut. Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah dan akhirnya akan sampai di sungai, danau, dan laut. Kemudian terjadi lagi proses berikutnya (Hasmar, 2012).

### Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang pada daerah tersebut akan di tampung oleh punggung gunung tersebut dan di alirkan melalui sungai sungai kecil kesungai utama. Daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir (Asdak, 2007).

### Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomena*), seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu (Triatmodjo, 2008).

Amri K, (2014) bentuk dan panjang aliran sungai juga mempengaruhi kecepatan aliran pada titik tertentu pada bagian hulu menuju muara sungai (hilir) dan mempengaruhi besarnya debit puncak pada waktu tertentu di suatu sungai.

### Analisis Curah Hujan

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling mendasar dalam perencanaan/penelitian pembuatan bangunan air. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir rencana adalah hujan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) pada waktu yang sama (Sosrodarsono dan Takeda, 1976).

### Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim (maksimum dan minimum) dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas. Secara umum analisa frekuensi yang dihitung meliputi: parameter statistik, distribusi peluang kontinyu, dan uji kecocokan (Kamiana, 2011).

### Analisis Intensitas Curah Hujan

Untuk menentukan Debit Banjir Rencana (*Design Flood*), perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan terutama bila digunakan metode rasional. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi (Soemarto dalam Surono dan Nadeak, 2005).

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mencari data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian. Data yang digunakan adalah Data Primer dan Data Sekunder. Data Primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Luas Penampang

Pengukuran luas penampang dilakukan langsung dilapangan sesuai dengan SNI 2088 2015 tentang Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung. Adapun alat yang digunakan dalam pengukuran adalah meteran dan bambu

2. Kecepatan Aliran

Pengukuran kecepatan aliran sesuai dengan SNI 2088 2015 tentang Tata

cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung. Pengukuran kecepatan aliran ini dapat dilakukan dengan menggunakan *current meter* atau pelampung.

### 3. Debit

Data debit aliran diperoleh dari hasil kecepatan aliran dikalikan dengan luas penampang.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peta DAS dan Peta topografi DAS Sungai Bengkulu didapat dari BWS Sumatera VII.
2. Data curah hujan selama 10 tahun terakhir (2008-2017) beserta stasiun hujan yang ada didalamnya didapat dari BMKG Provinsi Bengkulu.

### Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya:

1. Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil pengukuran.
2. *Roll meter* yang digunakan sebagai alat pengukur di lapangan.
3. *Current meter* yang digunakan untuk menghitung kecepatan aliran sungai.
4. *peilschaal* yang digunakan untuk menghitung kedalaman dalam penampang basah sungai.
5. *Stopwatch* digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan.
6. Kalkulator digunakan perhitungan data.
7. Komputer digunakan untuk mengolah data.

### 3.1 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan curah hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun data dengan metode *Partial Series*.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil kebesar, yaitu Deviasi standar (Sd), Koefisien kemencengan (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck), dan Koefisien variasi (Cv).

- a. Hitung nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

- b. Hitung deviasi standar

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- c. Hitung koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^2\}}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

- d. Hitung koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^4\}}{Sd^4}$$

- e. Hitung koefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

3. Analisis curah hujan rencana dicoba dengan menggunakan distribusi, yaitu distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal. Rumus umum yang digunakan  $X_t = \bar{X} + K_t \times S$ .
4. Uji kecocokan sebaran menggunakan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, dengan kriteria pengujian:

Untuk Uji Chi-Kuadrat jika nilai  $f^2$   
Hitungan  $< F^2$  cr (diterima).

Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov jika  
nilai  $D_{maks} < D_0$  kritis (diterima).

5. Penentuan waktu konsentrasi hujan  $T_c$   
dengan rumus Kirpich.

$$t_c = 0,06628 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

6. Analisis intensitas curah hujan  
dihubungkan dengan kejadian dan  
lamanya curah hujan, rumus yang  
digunakan adalah rumus Dr. Mononobe.

$$I_t = \frac{R_{24}}{t_c} \times \left[ \frac{t_c}{t} \right]^{2/3}$$

7. Menganalisis debit aliran dasar (*base flow*) dengan melakukan perhitungan  
kerapatan jaringan sungai ( $D$ ) terlebih  
dahulu, kemudian dimasukkan kedalam  
Rumus debit aliran dasar sebagai berikut:

$$D = \frac{\text{Panjang Total Tingkat Sungai}}{\text{Luas DAS (A)}}$$

$$QB = 0,4751 \times A^{0,6444} \times D^{0,9430}$$

8. Menentukan curah hujan efektif jam-  
jaman.  
9. Analisis Hidrograf Satuan dengan  
Metode Nakayasu.

Metode HSS Nakayasu:

Untuk  $0 < t < T_p$  dengan rumus

$$Q_t = Q_p \times \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

Untuk  $T_p \leq t \leq T_p + T_{0,3}$  dengan rumus

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

Untuk  $T_p + T_{0,3} \leq t \leq T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$  dengan

$$\text{rumus } Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(T_{0,3})}$$

Untuk  $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$  dengan

$$\text{rumus } Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

10. Analisis debit banjir rencana dengan  
menggunakan Metode HSS Nakayasu.

Metode HSS Nakayasu

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 \times (0,3 \times T_p + T_{0,3})}$$

11. Menentukan besarnya debit puncak ( $Q_p$ )  
dengan periode ulang 5, 10, 25, 50 dan  
100.

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit  
Rencana

Periode Ulang	Debit Banjir Rencana (m <sup>3</sup> /detik)
	HSS Nakayasu
2	64,456
5	239,901
10	356,044
25	502,837
50	611,721
100	719,799

Dari Tabel 4.28 Berdasarkan hasil  
perhitungan dan pertimbangan keamanan,  
efisiensi serta ketidakpastian besarnya debit  
banjir yang terjadi di daerah tersebut, maka  
metode yang dipakai debit puncak yaitu  
dengan metode HSS Nakayasu dengan  
periode ulang 100 tahun. Dinyatakan bahwa  
periode ulang 100 tahun dengan debit puncak  
7197,99m<sup>3</sup>/detik. pada DAS Bengkulu dapat  
dijadikan sebagai bahan dasar untuk  
perencanaan bangunan Bendung, dimana  
suatu perencanaan bangunan tanggul atau  
tubuh bendung mampu menampung dan  
mengendalikan debit puncak yang akan  
terjadi pada bangunan tersebut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka penulis  
dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit puncak yang didapat pada DAS  
Bengkulu untuk periode ulang 100 tahun

dengan metode HSS Nakasayu yaitu 719,799 m<sup>3</sup>/detik dengan waktu puncak sebesar 6 jam.

2. Hujan rancangan didapat dengan berbagai periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 berturut-turut adalah sebesar 90,350 mm; 201,556 mm; 275,173 mm; 368,217 mm; 437,233 mm dan 505,738 mm. Data curah hujan pada DAS Bengkulu menunjukkan pola distribusi curah hujan dengan pemilihan jenis sebaran dan jenis sebaran adalah Metode Gumbel Tipe I.

### SARAN

1. Diperlukan stasiun hujan yang lebih banyak dan merata untuk DAS Bengkulu dengan luasan cukup besar.
2. Data curah hujan yang digunakan disarankan sebaiknya lebih banyak, karena semakin panjang tahun data yang digunakan akan menghasilkan kemencengan yang lebih kecil terhadap perhitungan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., 2014. Analisis debit puncak DAS padang guci Kabupaten Bengkulu Selatan.
- Asdak, C., 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai,

Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

BP-DAS Bengkulu, 2017. *Naskah Rencana Pengelolaan DAS Bengkulu buku II*, Bengkulu.

Budiawan, S. S., 2012. Pendugaan Debit Puncak Menggunakan Model Rasional dan SCS-CN (*Soil Conservation Service-Curve Number*), Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.

Hasmar, H. H. (2012). *Drainasi Terapan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta.

Kamiana, I. M., 2010. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Sosrodarsono, Ir. S., dan Takeda, K., 1976. Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Surono., dan Nadeak, T. H., 2005. Evaluasi Waduk dan Perencanaan Bendungan Ketro Kabupaten Seragen Propinsi Jawa Tengah, Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.

Triatmodjo, B., 2008. Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta.